

# Informe de proyecto

Autores:

Alejandro **Cervigni Sebastián**

Fernando **Ayats Llamas**

Álvaro **González Villarreal**

Jae Wook **Jeong**

Francisco Javier **Lorenzo Afonso**

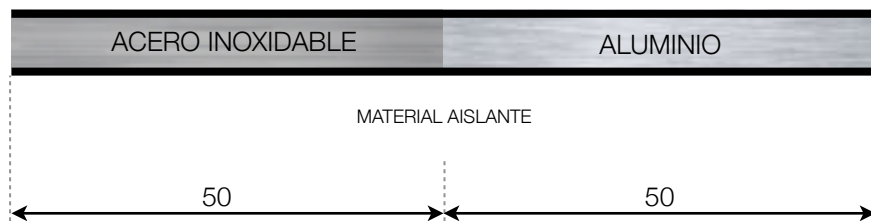
**GRUPO 3**

Madrid, abril de 2018.  
ETSI Aeronáutica y del Espacio, UPM.

## PROBLEMA DE CONTORNO

### Enunciado

Dos barras, de 0.5 m cada una, se encuentran en contacto. Ambas están recubiertas de material aislante y abiertas en los extremos izquierdo y derecho.



\*Cotas en cm.

Introducimos el extremo izquierdo en un horno a 500K, mientras que el derecho puede considerarse que siempre se encuentra a temperatura ambiente (298.15K)



### Objetivo

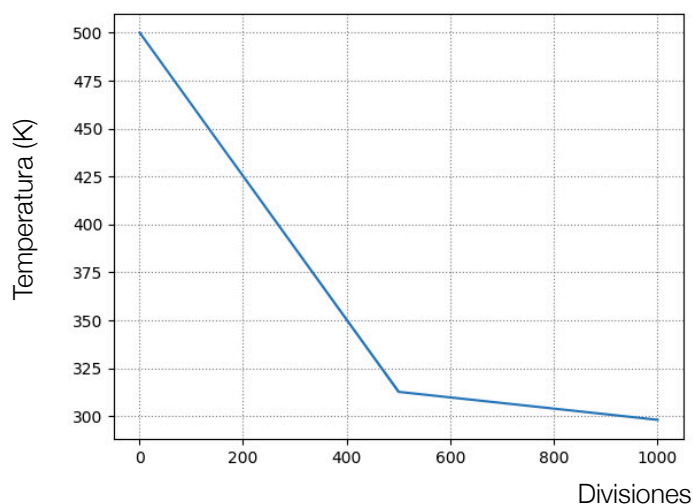
Determinar la distribución de la temperatura final de la barra  $T(x)$ .

---

## Solución del problema

Una vez resuelto el problema, obtenemos los siguientes resultados:

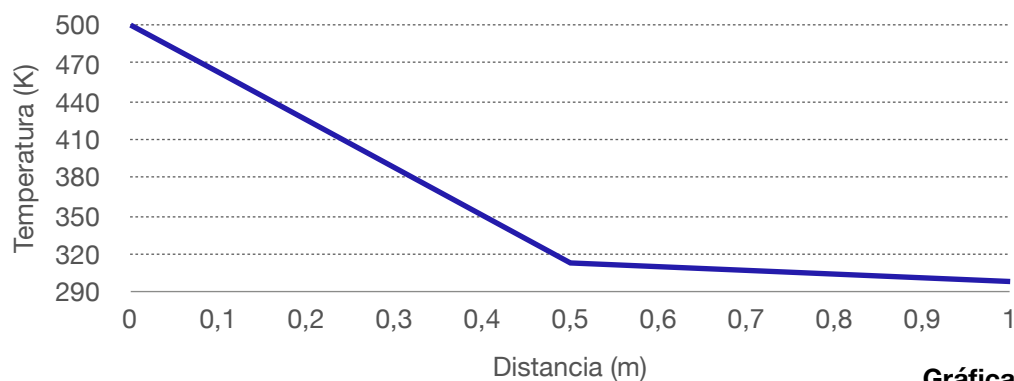
**Gráfica 1.1.**



La **Gráfica 1.1** refleja la temperatura (eje de abscisas) que presenta la barra expuesta en el problema en cada uno de las partes en las que dividamos dicha barra (eje de coordenadas). Obtenemos así una distribución de temperaturas que será más o menos detallada dependiendo del mayor o menor número de divisiones en las que fragmentemos la barra.

Un punto curioso a simple vista es el pico en la parte baja de la gráfica (coordenadas  $[500, 313]$ ) y que la divide en dos rectas de diferentes pendientes. Es el punto que medio que la distribuye en las dos zonas compuestas de acero inoxidable la primera, y de aluminio la segunda. Se observa perfectamente como la temperatura va disminuyendo progresivamente (concretamente rebaja su temperatura con una pendiente aproximada de  $-0.4$ ) desde el extremo izquierdo en contacto con el horno, hasta el punto de unión de ambos metales. Pasado este punto y al tratarse de ahora de otro elemento con propiedades y  $k$  diferentes, la temperatura continúa aminorando de manera mucho más moderada (alrededor de  $-0.03$  de pendiente) alcanzando finalmente la temperatura ambiente.

Estas conclusiones las podemos ver reflejadas en la **Gráfica 1.2** y el **Diagrama 1**.



**Gráfica 1.2.**

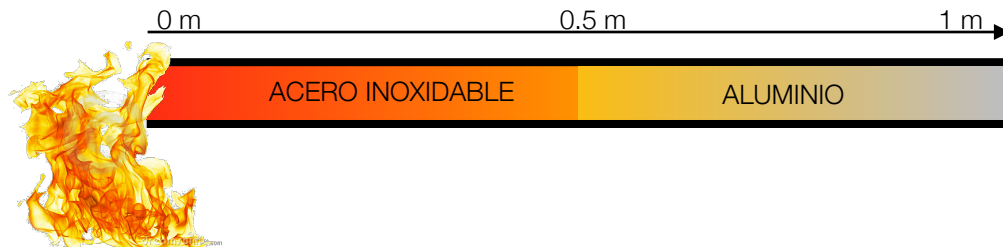






Diagrama 1.

LEYENDA			
	$T = 500K ; X = 0m$		$T = 298.15K ; X = 1m$
	$T = 313K ; X = 0.5m$		Material aislante

En este diagrama podemos ver de forma muy visual la distribución de las temperaturas a lo largo de la barra de manera que nos hacemos una idea mucho más clara de lo que ocurre en la situación planteada.

En la situación planteada se alcanza un estado de equilibrio en el que las temperaturas a lo largo de la barra dejan de aumentar y se mantienen constantes, la **Fórmula 1** del calor se reduce a la **Fórmula 2**, mucho más sencilla y con la que realmente hemos solucionado el problema.

$$\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x} \left( k(x) \frac{\partial T}{\partial x} \right) = 0$$

Fórmula 1.

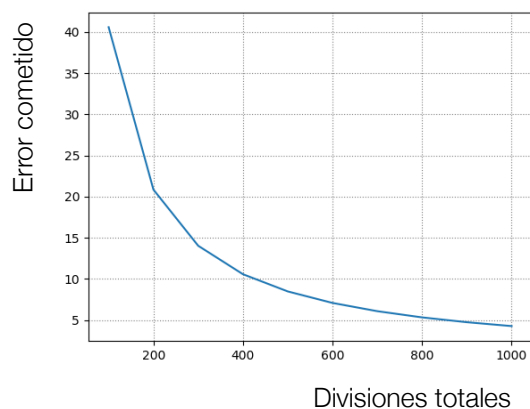
- **k** es la conductividad térmica ( $W/(m \cdot K)$ )
- **p** es la densidad ( $kg/m^3$ )
- **Cp** es la capacidad de calor específica ( $J/(kg \cdot K)$ )

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( k(x) \frac{\partial T}{\partial x} \right) = 0$$

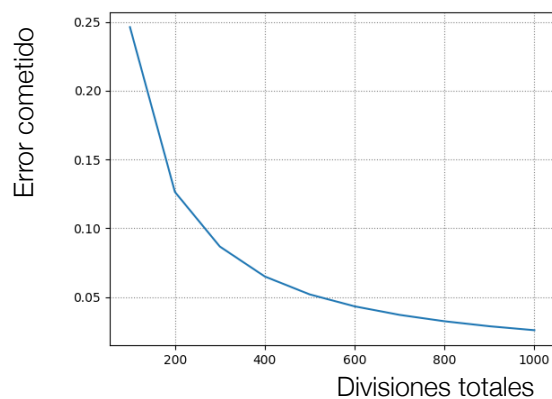
Fórmula 2.

## Cálculo del error

A continuación se muestra la **Gráfica 2.1** y la **Gráfica 2.2** correspondientes la primera al tramo de acero inoxidable y la segunda al de aluminio.



**Gráfica 2.1.**



**Gráfica 2.2.**

Para calcular el error empleamos mínimos cuadrados de orden 1 correspondientes con la linealización de los puntos mediante un polinomio de primer grado. Interpretamos el error cometido por los mínimos cuadrados como el error en cada uno de los tramos del método utilizado para resolver el problema de calor. $n$

---

## DATOS DE VALOR DE TEMPERATURA EN 1000 DIVISIONES DE LA BARRA

1 500.00000000000000  
2 499.62477180619726  
3 499.25082782352428  
4 498.87431541859189  
5 498.50165564704855  
6 498.12385903098652  
7 497.75248347057283  
8 497.37340264338116  
9 497.00331129409710  
10 496.62294625577579  
11 496.25413911762132  
12 495.87248986817048  
13 495.50496694114560  
14 495.12203348056516  
15 494.75579476466982  
16 494.37157709295974  
17 494.00662258819409  
18 493.62112070535431  
19 493.25745041717831  
20 492.87066431774883  
21 492.50827823524264  
22 492.12020793014335  
23 491.75910605876697  
24 491.36975154253787  
25 491.00993388229125  
26 490.61929515493244  
27 490.26076170581558  
28 489.86883876732696  
29 489.51158952933991  
30 489.11838237972148  
31 488.76241735286425  
32 488.36792599211600  
33 488.01324517638852  
34 487.61746960451052  
35 487.26407299991286  
36 486.86701321695054  
37 486.51490082343713  
38 486.16556829299611  
39 485.76572864696141  
40 485.36610044169413  
41 485.01655647048568  
42 484.61564405408865  
43 484.26738429401001  
44 483.86518766648322  
45 483.51821211753435  
46 483.11747312788780  
47 482.76903994105874  
48 482.36427489127237  
49 482.01986776458307  
50 481.61381850366695  
51 481.27069558810746  
52 480.86336211606152  
53 480.51252341163185  
54 480.1259572845616  
55 479.77235123515629  
56 479.36244934085073  
57 479.02317905868074  
58 478.61199295324536  
59 478.27400688220513  
60 477.86153656563999  
61 477.52483470572957  
62 477.11108017803457  
63 476.77566252925408  
64 476.36062379042909  
65 476.02649035277858  
66 475.61016740282366  
67 475.27731817630303  
68 474.85971101521829  
69 474.52814599982742  
70 474.10925462761298  
71 473.77897382335186  
72 473.35879824000767  
73 473.02980164687631  
74 472.60834185240230  
75 472.28062947040075  
76 471.85788546479699  
77 471.53145729392514  
78 471.10742907719163  
79 470.78228511744959  
80 470.35697268958626  
81 470.03311294097404  
82 469.60651630198089  
83 469.28394076444984  
84 468.85605991437558  
85 468.53476858802287  
86 468.10560352677027  
87 467.78559641154726  
88 467.35514713916496  
89 467.03642423507171  
90 466.60469075155964  
91 466.28725205859615  
92 465.85423436395433  
93 465.5307798212060  
94 465.10377797634902  
95 464.78890770564499  
96 464.35332158874377  
97 464.03973552916943  
98 463.60286520113846  
99 463.29056335269388  
100 462.85240881353320

101 462.54139117621833  
102 462.10195242592795  
103 461.79221899974277  
104 461.35149603832275  
105 461.04304682326716  
106 460.60103965071750  
107 460.29387464679149  
108 459.85058326311224  
109 459.54470247031583  
110 459.10012687550693  
111 458.79553029384010  
112 458.34967048790162  
113 458.04635811736443  
114 457.59921410029636  
115 457.29718594088877  
116 456.84875771269111  
117 456.54801376441310  
118 456.09830132508586  
119 455.79884158793737  
120 455.3748493748060  
121 455.04966941146165  
122 454.59738854987540  
123 454.30049723498593  
124 453.84693216227015  
125 453.55132505851020  
126 453.09647577466484  
127 452.80215288203448  
128 452.34601938705953  
129 452.05298070555875  
130 451.59556299945427  
131 451.30380852908297  
132 450.84510661184902  
133 450.55463635260719  
134 450.09465022424382  
135 449.80546417613141  
136 449.34419383663857  
137 449.05629199965557  
138 448.59373744903331  
139 448.30711982317973  
140 447.84328106142800  
141 447.55794764670389  
142 447.09282467382269  
143 446.80877547022800  
144 446.34236828621738  
145 446.05960329375216  
146 445.59191189861201  
147 445.31043111727627  
148 444.84145551100664  
149 444.56125894080043  
150 444.09099912340128  
151 443.81208676432453  
152 443.34054273579591  
153 443.06291458784864  
154 442.59008634819060  
155 442.31374241137274  
156 441.83962996058523  
157 441.56457023489691  
158 441.08917357297986  
159 440.81539805842101  
160 440.33871718537443  
161 440.06622588194517  
162 439.58826079776895  
163 439.31705370546938  
164 438.83780441016347  
165 438.56788152899344  
166 438.08734802255799  
167 437.81870935251754  
168 437.33689163495256  
169 437.06953717604165  
170 436.58643524734714  
171 436.32036499956575  
172 435.83597885974166  
173 435.57119282308980  
174 435.08552247213612  
175 434.82202064661391  
176 434.33506608453058  
177 434.07284847013801  
178 433.58460969692504  
179 433.23267629366217  
180 432.83415330931945  
181 432.5745041718634  
182 432.08369692171391  
183 431.82533194071056  
184 431.33324053410826  
185 431.07615976423472  
186 430.58278414506266  
187 430.32698758775888  
188 429.83232775889707  
189 429.57781541128304  
190 429.08187137129147  
191 428.82864323480720  
192 428.33141498368582  
193 428.07947105833136  
194 427.58095859608022  
195 427.33029888185547  
196 426.83050220847463  
197 426.58112670537963  
198 426.08004582086897  
199 425.83195452890379  
200 425.32958943326338

201 425.08278235242796  
202 424.57913304565773  
203 424.33361017595212  
204 423.82867665805202  
205 423.58443799947628  
206 423.07822027044637  
207 422.83526582300044  
208 422.32776388284071  
209 422.08609364652455  
210 421.57730749523506  
211 421.33692147004859  
212 420.82685110762941  
213 420.58774929357264  
214 420.07639472002370  
215 419.83857711709675  
216 419.32593833241799  
217 419.08940494062085  
218 418.57548194481228  
219 418.34023276414496  
220 417.8250255720657  
221 417.59106058766901  
222 417.07456916960086  
223 416.84188841119311  
224 416.32411278199510  
225 416.09271623471716  
226 415.57365639438933  
227 415.34354405624126  
228 414.82137445636079  
229 414.59437188176531  
230 414.07274361917791  
231 413.84519970528942  
232 413.32228723157220  
233 413.09602752881347  
234 412.57183084396650  
235 412.34685535233757  
236 411.82137445636079  
237 411.59768317586162  
238 411.0791806875502  
239 410.84851099938567  
240 410.4246168114931  
241 410.09933882290971  
242 409.5700529354360  
243 409.3501666443376  
244 408.91594890593789  
245 408.60094466995781  
246 408.06909251833224  
247 407.85182229348186  
248 407.31863613072653  
249 407.10265011700591  
250 406.586117974312082  
251 406.35347794053001  
252 405.7127335551517  
253 405.60430576405406  
254 405.0672696790952  
255 404.85513358757811  
256 404.31681058030387  
257 404.10596141102616  
258 403.56635419269821  
259 403.35678923466221  
260 402.81589780509250  
261 402.60761705815025  
262 402.06544117478685  
263 401.85844488167436  
264 401.31498502988120  
265 401.10927270519841  
266 400.56452864227549  
267 400.36010052872246  
268 399.81005275466978  
269 399.61092835224650  
270 399.06361586706413  
271 398.86175617577055  
272 398.31315947945848  
273 398.11258399929460  
274 397.56270309185282  
275 397.36341182281865  
276 396.81224670424712  
277 396.61423964634270  
278 396.06179031664146  
279 395.86506746986674  
280 395.31133392030575  
281 395.11589529339079  
282 394.56087754143010  
283 394.36672311691484  
284 393.81042115382439  
285 393.61755094043883  
286 393.05996476621863  
287 392.86837876396282  
288 392.30950837861292  
289 392.11920658748687  
290 391.55905199100715  
291 391.37003441101092  
292 390.80589560340139  
293 390.62086223453497  
294 390.58113921579568  
295 389.87169005805902  
296 389.30768282818997  
297 389.12251788158306  
298 388.55722844058426  
299 388.37334570510711  
300 387.80677005297855

301 387.62417352863110  
302 387.05631366537278  
303 386.87500135215510  
304 386.30585727776707  
305 386.12582917567903  
306 385.55540089016137  
307 385.37665699920302  
308 384.80494450255566  
309 384.62748482272696  
310 384.05448811494995  
311 383.87831264625089  
312 383.30403172734424  
313 383.12914046977482  
314 382.55357533973859  
315 382.37996829329876  
316 381.80311895213293  
317 381.63079611682269  
318 381.05266256452722  
319 380.88162394034669  
320 380.30220617692152  
321 380.13245176387068  
322 379.55174978931575  
323 379.38327958739467  
324 378.80129340171004  
325 378.63410741091866  
326 378.05083701410439  
327 377.88493523444265  
328 377.30038062649868  
329 377.13576305796670  
330 376.54992423889297  
331 376.38659088149069  
332 375.79946785128726  
333 375.63741870501468  
334 375.04901146368155  
335 374.88824652853867  
336 374.29855507607579  
337 374.13907435206272  
338 373.54809868847002  
339 373.38990217558671  
340 372.79764230086425  
341 372.64072999911065  
342 372.04718591325843  
343 371.89155782263458  
344 371.29672952565267  
345 371.14238564615852  
346 370.54627313804684  
347 370.39321346968245  
348 369.79581675044108  
349 369.64404129320639  
350 369.04536036283520  
351 368.89486911673032  
352 368.29490397522937  
353 368.14569694025431  
354 367.54444758762355  
355 367.39652476377830  
356 366.79399120001773  
357 366.64735258730235  
358 366.04353481241191  
359 365.89818041082634  
360 365.29307842480608  
361 365.14900823435033  
362 364.54262203720020  
363 364.39983605787438  
364 363.79216564959432  
365 363.65066388139843  
366 363.04170926198844  
367 362.90149170492242  
368 362.29125287438256  
369 362.15231952844641  
370 361.54079648677669  
371 361.40314735197035  
372 360.79034009917086  
373 360.65397517549434  
374 360.03988371156504  
375 359.90480299901839  
376 359.28942732395922  
377 359.15563082254238  
378 358.53897093635345  
379 358.40645864606631  
380 357.78851454874768  
381 357.65728646959030  
382 357.03805816114192  
383 356.90811429311429  
384 356.28760177353615  
385 356.15894211663829  
386 355.53714538593033  
387 355.40976994016222  
388 354.7866889832456  
389 354.66059776368616  
390 354.03623261071880  
391 353.91142558721009  
392 353.28577622311298  
393 353.16225341073402  
394 352.53531983550721  
395 352.41308123425796  
396 351.78486344790144  
397 351.66390905778189  
398 351.03440706029568  
399 350.91473688130577  
400 350.28395687268991

401 350.16556470482965  
402 349.53349428508420  
403 349.41639252835353  
404 348.78303789747844  
405 348.66722035187740  
406 348.03258150987273  
407 347.91804817540134  
408 347.28212512226702  
409 347.16887598982522  
410 346.53166873466125  
411 346.41970382244909  
412 345.78121234705549  
413 345.67053164597297  
414 345.03075595944972  
415 344.9213594649679  
416 344.28029957184395  
417 344.17218729302061  
418 343.52984318423819  
419 343.42301511654443  
420 343.2796879663242  
421 342.67384294006831  
422 342.02893040902666  
423 341.92467076359213  
424 341.27847402142089  
425 341.17549858711595  
426 340.52801763381513  
427 340.42632641063977  
428 339.77756124620936  
429 339.67715423416354  
430 339.02710485860365  
431 338.92798205768730  
432 338.27664847099788  
433 338.17880988121101  
434 337.5261920839212  
435 337.42963770473477  
436 336.77573569578641  
437 336.68046552852854  
438 336.02527930818064  
439 335.93129335178224  
440 335.2748229057488  
441 335.18212117530595  
442 334.52636532969111  
443 334.43294899882960  
444 333.77491014536329  
445 333.68377682235325  
446 333.02345375775752  
447 332.93460464587690  
448 332.72997370151570  
449 332.18543246940055  
450 331.52254098254593  
451 331.43626029929420  
452 330.77208459494011  
453 330.68708811644785  
454 330.02162820733429  
455 329.93791593997150  
456 329.271171181972847  
457 329.18874376349515  
458 328.52071543212264  
459 328.43957158701875  
460 327.77025904451682  
461 327.69039941054240  
462 327.01980268911100  
463 326.94122723406605  
464 326.26934626930517  
465 326.19205056758970  
466 325.51888988169935  
467 325.44288288111341  
468 324.7684349409347  
469 324.69371070463711  
470 324.01797710648759  
471 323.94453852816082  
472 323.26752071888171  
473 323.1956635168447  
474 322.51706433127583  
475 322.44619417520818  
476 321.76660794366995  
477 321.69702199873188  
478 321.01615155606407  
479 320.94784982225553  
480 320.26569516845819  
481 320.19867764577918  
482 319.51523878085231  
483 319.44950546930284  
484 318.76478239324638  
485 318.70033329282654  
486 318.01523600564044  
487 317.95116111635019  
488 317.26386961803451  
489 317.20198893987390  
490 316.51431323042857  
491 316.45281676339761  
492 315.7629584282269  
493 315.70364458692126  
494 315.01250045521675  
495 314.95447241044491  
496 314.26504406761082  
497 314.20530023396856  
498 313.51158768004048  
499 313.45612805749221  
500 312.76113129239900



501	312.70695588101580	601	309.78973025355060	701	306.87250462608768	801	303.95527899863350	901	301.03805337117961
502	312.70268676722952	602	309.78046050875008	702	306.86823425026734	802	303.93600799178284	902	301.01378173330625
503	312.64461136846656	603	309.73138574100125	703	306.81416011353849	803	303.89693448608438	903	300.97970888863054
504	312.64424224205999	604	309.72201598358038	704	306.79978972509764	804	303.87756346661320	904	300.95533720813677
505	312.59026685591726	605	309.67304122845184	705	306.75561560098925	805	303.83858997353525	905	300.92136434608142
506	312.58579771689045	606	309.66357145841067	706	306.74134519992793	806	303.81911189414435	906	300.89689268296729
507	312.53192234336797	607	309.61469671590243	707	306.69747108844012	807	303.78024546098618	907	300.86301983333235
508	312.52735319172092	608	309.60512693324102	708	306.68290067475823	808	303.76067441627384	908	300.83844815779781
509	312.47357783081873	609	309.55635220335301	709	306.63912657589094	809	303.72190094843711	909	300.804607532098322
510	312.46890666655139	610	309.54668240807138	710	306.62445614958853	810	303.70222989110420	910	300.78000363262834
511	312.41523331826943	611	309.49800769080360	711	306.5878206334181	811	303.66355643588804	911	300.74633080843410
512	312.41046414138179	612	309.48823788290173	712	306.56601162441882	812	303.64378536593455	912	300.72155910745886
513	312.35688880572013	613	309.43966317825425	713	306.52243755079263	813	303.60521192333897	913	300.68798629588497
514	312.35201961621220	614	309.42979335773208	714	306.50756709924912	814	303.58534084076490	914	300.66311458228938
515	312.29854429317083	615	309.38131866570490	715	306.46409303824350	815	303.54686741078996	915	300.62694178333590
516	312.29357509104261	616	309.37134883256249	716	306.44912257407947	816	303.52689631559520	916	300.60467005711985
517	312.24019978062154	617	309.32297415315554	717	306.40574852569438	817	303.48852289824089	917	300.57129727078683
518	312.232513056587302	618	309.31290430739290	718	306.39067804890982	818	303.46845179042555	918	300.54622553195037
519	312.18185526807218	619	309.26462964006619	719	306.347440401314519	819	303.43017838569187	919	300.51295275823776
520	312.1768904070343	620	309.25445978222325	720	306.33223352374017	820	303.41000726525590	920	300.48778100678084
521	312.12361075552283	621	309.20628512805683	721	306.28905950059612	821	303.37163387314286	921	300.45460824568869
522	312.11824151553384	622	309.19601525705360	722	306.273778899857052	822	303.35156274008631	922	300.42933648161130
523	312.06516624297353	623	309.14794061550748	723	306.23071498804700	823	303.31348936059385	923	300.39626373313962
524	312.06979999036430	624	309.13757073188395	724	306.21534447340082	824	303.29311821491666	924	300.37089195644177
525	312.00682173042418	625	309.08959610295818	725	306.17237047549787	825	303.25514484804478	925	300.332791922059061
526	312.00135246519477	626	309.07912620671431	726	306.15689994823117	826	303.23467368974701	926	300.31244743127223
527	311.94847721787482	627	309.03125159040889	727	306.11402596294880	827	303.19680033549577	927	300.27957470804154
528	311.94290794002518	628	309.02068168154466	728	306.09845542306147	828	303.17622916457736	928	300.25400290610270
529	311.89013270532553	629	309.97230707785959	729	306.05568145039973	829	303.13845582294670	929	300.22123019549247
530	311.88446341485565	630	309.96223715637495	730	306.04001089789176	830	303.11778463940777	930	300.19555838093316
531	311.83178819277617	631	309.91456256531035	731	305.99733693785072	831	303.08011131039763	931	300.16289858294340
532	311.82601888968611	632	309.90379263120525	732	305.981566377272211	832	303.05934011423818	932	300.13711385576369
533	311.77344368022688	633	309.88621805276105	733	305.93899242530165	833	303.02176679784856	933	300.10454117039427
534	311.76757436451652	634	309.84534810603554	734	305.92312184755247	834	303.00089558906859	934	300.07968933059421
535	311.71509916767752	635	309.79767354021175	735	305.88064791275258	835	302.96342228529949	935	300.04619665784514
536	311.70912983934693	636	309.78630358085854	736	305.86467322382676	836	302.94245106389900	936	300.02022480542468
537	311.66675465512822	637	309.73952902766251	737	305.82230340020351	837	302.90507777275036	937	299.98785214529607
538	311.65068531417739	638	309.72845505569613	738	305.80623279721306	838	302.88400653872941	938	299.96178028025514
539	311.59841014257893	639	309.68118451511322	739	305.76395886765450	839	302.84673326020123	939	299.92950763274695
540	311.59224076900780	640	309.67001453052543	740	305.74778927204335	840	302.82562013559861	940	299.9033575508561
541	311.54096563002963	641	309.62284000256392	741	305.70561437510543	841	302.78838874765216	941	299.8781312019782
542	311.53379526383821	642	309.611157000535673	742	305.68934574887365	842	302.76711748830304	942	299.84489122991607
543	311.48172111748039	643	309.56449549001462	743	305.64726986255641	843	302.73004423510309	943	299.81264670747460
544	311.47535173866682	644	309.55312548018705	744	305.63089922170394	844	302.70867296322061	944	299.78644070474680
545	311.42337660493105	645	309.50615097746538	745	305.58892535000740	845	302.67159872255402	945	299.75447403509998
546	311.4169071349903	646	309.49468035501719	746	305.55058037455838	846	302.65022843805122	946	299.72800217957712
547	311.36503209238185	647	309.44780646491654	747	305.53058037455838	847	302.61335521000495	947	299.69612959255055
548	311.35846268932944	648	309.43623642984784	748	305.51401017136458	848	302.59178391288168	948	299.66955765440758
549	311.30658757983261	649	309.38946195236690	749	305.47223832490307	849	302.55501069745588	949	299.63778507000148
550	311.30001816315985	650	309.37974190467819	750	305.45556564619488	850	302.53339338771209	950	299.61111312923806
551	311.24834206728337	651	309.33111743981766	751	305.41389181236030	851	302.49696618490681	951	299.57944065745236
552	311.24157367099026	652	309.31934737950854	752	305.39712111202512	852	302.47489486254255	952	299.55266880406857
553	311.1899885473407	653	309.27277232726842	753	305.35554729881124	853	302.43832167235774	953	299.52109604093023
554	311.18312911282072	654	309.26000285433889	754	305.33867650858542	854	302.41645033737302	954	299.49422407889904
555	311.13165404218483	655	309.2142841471918	755	305.29720278726222	855	302.37997715980867	955	299.46275153235416
556	311.12468458765113	656	309.20245832916925	756	305.28023207068571	856	302.35800581220349	956	299.43577955372950
557	311.07330952963565	657	309.15608390217000	757	305.2388582741327	857	302.32163264725966	957	299.40404701980503
558	311.06624006248154	658	309.14401380399954	758	305.22178754551607	858	302.29956128703395	958	299.37733502855997
559	311.01496501708641	659	309.08779389862076	759	305.18051376216425	859	302.26328813471059	959	299.34606250725591
560	311.00779553731195	660	309.08556927882989	760	305.16334302034630	860	302.24111676186442	960	299.31889050339043
561	309.95662050453711	661	309.03939487707152	761	305.12216024961524	861	302.20494362226147	961	299.28771799470678
562	310.94935101214236	662	309.02712475366025	762	305.10489849517660	862	302.18267223669494	962	299.26044597822096
563	310.8982759198782	663	309.0105036452233	763	305.06382473706623	863	302.14659010961240	963	299.22937348215765
564	310.89090648697277	664	309.96868022849060	764	305.04645397000684	864	302.12422771152546	964	299.20200145305142
565	310.83993147943852	665	309.92270585197309	765	305.00840224517116	865	302.08825459706333	965	299.17102898960859
566	310.83246196180318	666	309.91023570320395	766	304.9980044483708	866	302.06578318635599	966	299.14355692789189
567	310.78158696889928	667	309.86436133942391	767	304.94713571196809	867	302.02991008451420	967	299.11268457059466
568	310.77401743663353	668	309.85179117815130	768	304.9286491866737	868	302.00733866118657	968	299.08511240271235
569	310.72324245433998	669	309.8061682687478	769	304.88879119941896	869	301.97156557196507	969	299.05433994451033
570	310.71557291146394	670	309.79334665208160	770	304.87112309449772	870	301.94889413601709	970	299.02666787754282
571	310.66489794179068	671	309.74767231432565	771	304.83044668686989	871	301.91322105941595	971	298.99595943196121
572	310.65712838629435	672	309.73490212781195	772	304.81267589632807	872	301.89044961084761	972	298.96822335237329
573	310.6065542924139	673	309.6932780177647	773	304.77210217432082	873	301.85487654686682	973	298.937658091941208
574	310.59868386112475	674	309.67645760264230	774	304.75423134415843	874	301.83200508567819	974	298.909077882720381
575	310.54820891669209	675	309.63098328927229	775	304.71375766177175	875	301.79653203431769	975	298.87930640696295
576	310.54023933595516	676	309.61801307747271	776	304.66517868189882	876	301.77356050508677	976	298.85133430203427
577	310.489896440414274	677	309.57263877667810	777	304.65541314922268	877	301.73818752176857	977	298.82069189431388
578	310.48179481078557	678	309.55958655230306						